

## QUALIDADE DA SUPERFÍCIE DE MADEIRA DE *Coffea arabica*

Pedro Paulo de Carvalho Braga<sup>1\*</sup>, José Reinaldo Moreira da Silva<sup>1</sup>, Antônio Carlos Néri<sup>1</sup>,  
Natalino Calegário<sup>1</sup>, José Tarcisio Lima<sup>1</sup>

\*Autor para correspondência: pedropaulobraga22@yahoo.com.br

**RESUMO:** A madeira de *Coffea arabica* L. é largamente utilizada como fonte de energia da indústria cafeeira. Poucos trabalhos têm mostrado outros destinos como a fabricação de pequenos objetos e móveis com design rústico. Assim, neste trabalho, objetivou-se encontrar o melhor ajuste de velocidade de corte em plaina desempenadeira durante a usinagem da madeira de *Coffea arabica*, levando-se em consideração a qualidade da superfície usinada. A madeira de *Coffea arabica* foi proveniente da renovação de um plantio de 15 anos, espaçamento 3 x 2 m, do município de Machado/MG. O cafeeiro foi desgalhado, desdobrado, aplainado e cortado obtendo corpos-de-prova de 30 mm de espessura, comprimento e largura variáveis. Os ensaios de usinagem foram realizados no Laboratório de Usinagem da Madeira (DCF/UFLA) variando-se a velocidade de corte na plaina desempenadeira. A qualificação da superfície usinada foi realizada por meio do avanço por dente (fz), análise visual (ASTM D 1666-87) e rugosidades Ra e Rz. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com 30 repetições. Realizou-se a análise de variância e, posteriormente, o teste de média de Scott-Knott, a 5% de significância. Calculou-se o percentual de notas obtido para os avanços por dente. Os resultados mostraram que a qualidade da superfície usinada com as velocidades de corte de 19 e 21 m·s<sup>-1</sup> e velocidade de avanço de 6 m·min<sup>-1</sup> foi considerada satisfatória com pequenos levantamentos de fibras e baixos valores de avanço por dente (fz) e de rugosidade Ra e Rz.

Palavras-chave: Usinagem da madeira, rugosidade, avanço por dente.

## QUALITY OF THE SURFACE OF *Coffea arabica* WOOD

**ABSTRACT:** The wood of *Coffea arabica* L. is considered a residue of the coffee industry and is widely used as a source of energy. Few studies have shown other destinations such as the manufacture of small objects and furniture with rustic design. The objective of this work was to find the best fit in cutting speed during machining planer trowel the wood of *Coffea arabica*, taking into consideration the quality of the machined surface. The wood from the *Coffea arabica* came from an 15 years planting, spacing 3 x 2 m, of the municipality of Machado / MG. The tree was pruned, unfolded and flattened, in order for getting cut-proof of 30 mm thick, with variables length and width. The machining tests were performed at the Laboratory of Wood Machining (DCF / UFLA), varying the cutting speed in plane trowel. The qualification of the machined surface was performed by the feed per tooth (fz), visual analysis (ASTM D 1666-87) and roughness Ra and Rz. It was used a completely randomized design with 30 repetitions. We conducted the analysis of variance test and the average of Scott-Knott, at 5% significance level. It was calculated the percentage of marks obtained for the feed per tooth. The results showed that the quality of machined surface with cutting speeds of 19 and 21 m·s<sup>-1</sup> and forward speed of 6 m·min<sup>-1</sup> were satisfactory with small surveys of fiber and low values of feed per tooth (fz) and roughness Ra and Rz.

Key words: Wood machining, roughness, feed per tooth.

### 1 INTRODUÇÃO

A planta do cafeeiro faz parte da família das rubiáceas e possui mais de sessenta espécies classificadas do gênero *Coffea*. As espécies que têm maior importância econômica são *Coffea arabica* e *Coffea canéfora*. A espécie *Coffea arabica* é responsável por cerca de 70% da produção mundial de café. Os principais países produtores são: Brasil, seguido pela Colômbia e pelo Vietnã. Esses países juntos são responsáveis por 50 a 60% da produção mundial (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ - ABIC, 2009).

O período de produção satisfatória do fruto do café varia em torno de 15 a 20 anos. Após esse período, a produção de café sofre quedas, sendo necessária a reforma do cafezal. O material lenhoso originado dessa reforma é

utilizado como fonte de energia para a torrefação do café (GUIMARÃES et al., 2002).

Poucos trabalhos relatam outras formas de utilização da madeira do cafeeiro como a fabricação de pequenos objetos e móveis com design rústico (PEREIRA, 2008). A utilização dessa madeira apresenta-se como alternativa para as marcenarias da região sul do estado de Minas Gerais, em agregar valor a esse material gerando renda e emprego para a população.

A caracterização anatômica da madeira do cafeeiro, bem como o estudo das propriedades físicas e mecânicas é de fundamental importância para a obtenção de produtos de qualidade com valor agregado.

Segundo Silva (2002), o conceito de qualidade da usinagem é apresentado diferentemente por dois grupos de pesquisadores. O primeiro grupo conceitua a qualidade

<sup>1</sup>Universidade Federal de Lavras – Lavras, Minas Gerais, Brasil

apenas por meio dos valores normativos da usinagem, pelo cálculo do avanço por dente ( $fz$ ). O segundo grupo considera não somente os parâmetros indicados acima, mas também a presença de falhas na superfície, que são geradas em função da estrutura da madeira pela presença dos diferentes tipos de células, de suas diferentes dimensões e orientações.

A qualidade da superfície usinada pode ser associada também com o tipo de cavaco obtido. Esse método de análise da qualidade foi utilizado por McKenzie (1964 citado por KOCH, 1964) que observou os tipos de falhas na formação do cavaco e relacionou-as com as condições de corte, geometria da ferramenta, potência de corte e propriedades da madeira.

Os parâmetros de rugosidade  $Ra$  e  $Rz$  fornecidos pelo rugosímetro de arraste auxiliam a qualificação da superfície usinada, uma vez que eles representam uma forma da expressão matemática entre a variação vertical das superfícies, expresso pelos picos e vales e o deslocamento horizontal do sensor (TAYLOR HOBSON, 2010). Quanto maior os valores obtidos por esses parâmetros, mais rugosa é a superfície.

Outra forma de qualificação da superfície usinada é utilizando a norma ASTM D1666-87 (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM, 1995) que leva em consideração alguns defeitos como arrancamento de fibras, lasqueamento e falhas de usinagem. A partir daí, por meio de inspeção visual, são atribuídas notas para qualificar essas superfícies.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de encontrar o melhor ajuste de velocidade de corte em plaina desempenadeira durante a usinagem da madeira de *Coffea arabica*, levando-se em consideração a qualidade da superfície usinada.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A madeira de *Coffea arabica* foi proveniente da renovação de um plantio de 15 anos, espaçamento 3 x 2 m, localizado no município de Machado/MG. Ela foi desganhada, cortada e transportada para o Laboratório de Usinagem da Madeira (DCF/UFLA). Os toretos foram armazenados em local coberto e, posteriormente, selecionados. Após a seleção os toretos foram desdobrados, aplainados e serrados, produzindo 28 corpos-de-prova de 30 mm de espessura, comprimento e largura variáveis. Os corpos-de-prova foram empilhados ao ar livre e posteriormente levados para a câmara climática [ $T = (20 \pm 3)^\circ\text{C}$  e  $UR = (65 \pm 5)\%$ ] do Laboratório de Tecnologia da Madeira (DCF/UFLA) até atingirem a umidade de equilíbrio de 12%.

O ensaio de usinagem (Figura 1) foi realizado em uma plaina desempenadeira com cabeçote de 100 mm de diâmetro, três facas e rotações de 2400, 3600 e 4000 rpm. A velocidade de avanço utilizada foi de 6 m·min<sup>-1</sup>.



**Figura 1** – Ensaio de usinagem na plaina desempenadeira.

*Figure 1* – Test of the machining plane trowel.

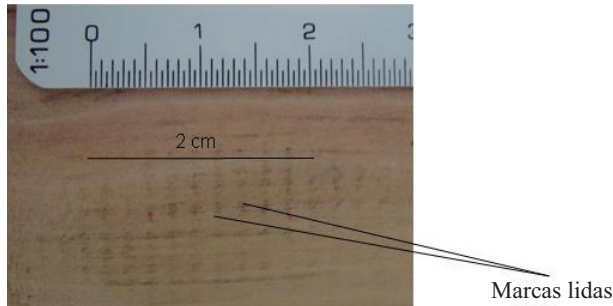
A qualificação da superfície usinada foi feita pela avaliação visual, pela determinação do avanço por dente medido ( $fz_{\text{medido}}$ ) e calculado ( $fz_{\text{calculado}}$ ) e pela avaliação das rugosidades  $Ra$  e  $Rz$ .

A avaliação visual foi feita por três técnicos do grupo de Ciência e Tecnologia da Madeira (DCF/UFLA), devidamente treinados. Eles se basearam nas indicações da norma ASTM D 1666-87 (ASTM, 1995). Em casos de divergência das notas de cada avaliador, foi realizada uma nova análise conjunta, a fim de se chegar a um consenso.

As leituras dos avanços por dente ( $fz_{\text{medido}}$ ) foram feitas a olho nu, com auxílio de uma escala milimétrica (0,5 mm), sendo demarcada uma linha de 20 mm de comprimento (Figura 2). Já o avanço por dente calculado ( $fz_{\text{calculado}}$ ) foi determinado por meio da Equação 1.

$$fz_{\text{calculado}} = \frac{Vf \times 1000}{n \times z} \quad (1)$$

Em que:  $fz_{\text{calculado}}$  = avanço por dente calculado, em mm;  
 $Vf$  = velocidade de avanço da peça, em m·min<sup>-1</sup>;  
 $n$  = rotação do eixo porta ferramenta, em rpm;  
 $z$  = número de gumes ativos da ferramenta (adimensional).



**Figura 2** – Leitura dos avanços por dente.

*Figure 2* – Reading the feed per tooth.

Essa metodologia indica que quanto menor o valor do avanço por dente ( $fz$ ), melhor será a qualidade do acabamento. Na Tabela 1, encontra-se a classificação (SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL - SENAI, 1995) da qualidade dos acabamentos para fresas, desempenho e desengrosso em função dos valores de avanço por dente ( $fz$ ).

**Tabela 1** – Classificação da qualidade do acabamento para fresas, desempenho e desengrosso, em função dos valores do avanço por dente ( $fz$ ), em mm.

*Table 1* – Rating the quality of finishing mills, and thicknessing, depending on the values of feed per tooth ( $fz$ ), in mm.

Avanço por dente ( $fz$ ) mm	Qualidade do Acabamento
0,3 a 0,8	Fino
0,8 a 2,5	Médio
2,5 a 5	Grosso

Fonte: SENAI (1995)

A análise de rugosidade (Figura 3) foi realizada por meio de rugosímetro de arraste, Surtronic 3+ (TAYLOR HOBSON, 2010). Os parâmetros analisados foram o Ra e Rz. A metodologia de análise da rugosidade foi feita de acordo com Silva et al. (2006) em que os corpos de prova foram marcados por um retângulo de 10 x 5 mm (comprimento x largura), indicando a localização da medição da rugosidade e uma seta indicando o sentido de medição. O comprimento de amostragem (cut-off) utilizado foi de 0,8 mm e o comprimento de medição (Lm) de 8 mm.

A análise estatística da qualificação visual foi realizada pelo percentual de notas obtidas para cada avanço por dente. Já, a análise do avanço por dente medido e calculado foi baseada nos valores médios. Para a rugosidade



**Figura 3** – Análise da rugosidade realizada por um rugosímetro de arraste.

*Figure 3* – Analysis carried out by a roughness drag.

Ra e Rz foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 30 repetições, análise de variância e teste de média de Scott-Knott, a 5% de significância.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores dos avanços por dente calculado ( $fz_{\text{calculado}}$ ) foram de 2,24, 1,46 e 1,14 mm para as velocidades de corte foram 12,57, 18,85 e 20,94  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ , respectivamente. Já, os valores de avanço por dente medido ( $fz_{\text{medido}}$ ) obtidos para três diferentes velocidades de corte encontram-se na Tabela 2.

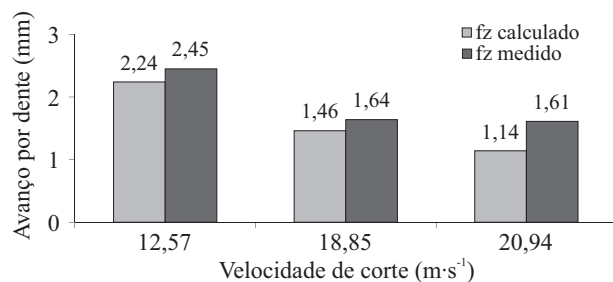
**Tabela 2** – Valores médios de avanço por dente calculado e medido para diferentes velocidades de corte.

*Table 2* – Mean values for feed per tooth calculated and measured for different cutting speeds.

Rotação (rpm)	Velocidade de corte ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ )	$fz_{\text{medido}}$ (mm)		
		Mínimo	Médio	Máximo
2400	12,57	2,01	2,45	2,57
3600	18,85	1,45	1,64	1,69
4000	20,94	1,45	1,61	1,68

Segundo a classificação do SENAI (1995), o acabamento obtido foi considerado mediano, independentemente das velocidades de corte utilizadas, indicando que a variação na rotação do eixo porta ferramenta não proporcionou variação na qualidade da superfície usinada. Contudo, observa-se que houve uma queda no valor do avanço por dente calculado de 49% (de 2,24 para 1,14) entre as velocidades de corte de 12,57 para 20,94  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Esse fato sugere que houve um ganho na qualidade, mas que não foi detectada pela classificação do SENAI (1995).

Pode-se observar na Figura 4 que os valores de avanço por dente calculados e medidos seguem o mesmo padrão, indicando que essas duas metodologias fornecem resultados semelhantes quanto à qualificação da superfície usinada. Contudo, o avanço por dente medido foi superior ao avanço por dente calculado, conforme resultados encontrados por Silva et al. (2009).



**Figura 4** – Representação do avanço por dente medido ( $fz_{medido}$ ) e calculado ( $fz_{calculado}$ ) nas diferentes velocidades de corte.

**Figure 4** – Representation of feed per tooth ( $fz_{medido}$ ) ( $fz_{calculado}$ ) at different cutting speeds.

Os valores do avanço por dente medido ( $fz_{medido}$ ) obtidos para as velocidades de corte 18,85 e 20,94 m·s⁻¹ foram próximos. Esse fato pode ser explicado pela pequena diferença na magnitude das rotações do eixo porta ferramenta que foram de 3600 e 4000 rpm.

Na Tabela 3, encontram-se os percentuais de corpos-de-prova classificados para as diferentes velocidades de corte. Observa-se que os corpos-de-prova com avanço por dente de 1,46 e 1,14 mm obtiveram maiores percentuais para a nota “2” caracterizando-os de boa qualidade superficial. Considerando uma classificação qualitativa, pode-se dizer que 82, 96 e 86% dos corpos-de-prova

**Tabela 3** – Percentuais de corpos-de-prova classificados, segundo a ASTM 1666-87 (ASTM, 1995), para os aplainamentos com diferentes velocidades de corte.

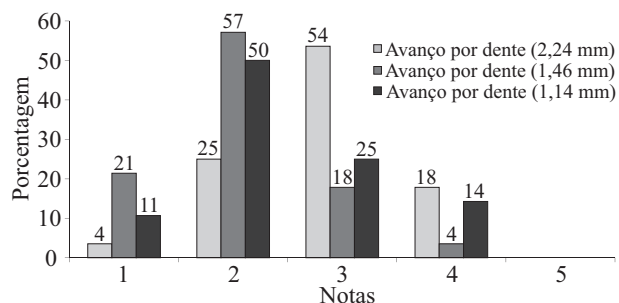
**Table 3** – Percentages of bodies-sample classified according to ASTM 1666-87 (ASTM, 1995) for planing with different cutting speeds.

Velocidade de corte (m·s⁻¹)	fz calculado (mm)	Percentual de corpos-de-prova classificados (%)				
		Nota 1	Nota 2	Nota 3	Nota 4	Nota 5
12,57	2,24	4	25	53	18	0
18,85	1,46	21	57	18	4	0
20,94	1,14	11	50	25	14	0

podem ser considerados satisfatórios para a operação de aplainamento com velocidades de corte de 12,57, 18,85 e 20,94 m·s⁻¹, respectivamente.

Os corpos-de-prova com avanço por dente de 2,24 mm tiveram maiores percentuais para a nota “3”, caracterizando-os de qualidade superficial inferior. Essas superfícies apresentavam falhas como arrancamentos e levantamentos de fibras que dependendo de suas dimensões podem prejudicar a qualidade da superfície usinada. Segundo Gonçalves (2000), essas falhas podem ser originadas pelas condições de corte, geometria da ferramenta, potência de corte e propriedades da madeira.

Soragi (2009) observou que, com base na norma ASTM 1666-87 (ASTM, 1995), superfícies usinadas definidas como classes de boa qualidade eram formadas por peças que apresentavam baixos valores de avanço por dente calculado ( $fz_{calculado}$ ) menor que 1,33 mm. Essa tendência também foi encontrada nesse trabalho (Figura 5). Contudo, para as condições de controle de usinagem, o valor máximo de avanço por dente calculado ( $fz_{calculado}$ ) que apresentou qualidade satisfatória foi de 2,24 mm.



**Figura 5** – Percentual das notas para cada avanço por dente.

**Figure 5** – Percentage of notes for each feed per tooth.

Silva et al. (2005), também baseando na norma ASTM 1666-87 (ASTM, 1995) avaliaram a qualidade da operação de desempenho em madeiras de *Eucalyptus grandis* e obtiveram maior frequência de peças qualificadas com a nota 3. Comparativamente, os mesmos autores afirmaram que essa classificação foi inferior àquela encontrada para as madeiras de mogno (*Swietenia macrophylla*) e de Imbuia (*Ocotea porosa*). Para a madeira de *Coffea arabica* utilizada nesse trabalho, verificou-se maior frequência (44%) para a classe que recebeu a nota 2.

A análise de variância dos parâmetros de rugosidade Ra e Rz obtidos nas análises de rugosidade da madeira de *Coffea arabica* por meio do rugosímetro de arraste encontra-se na Tabela 4. Observa-se que foram encontradas

diferenças estatísticas entre os tratamentos analisados, a 5% de significância.

**Tabela 4** – Resumo da análise de variância para os parâmetros de rugosidade Ra e Rz na operação de desempenho em função das diferentes velocidades de corte.

**Table 4** – Analysis of variance for the parameters of roughness Ra and Rz performance in operation due to the different cutting speeds used.

Fonte de variação	Grau de liberdade	Quadrado Médio Ra	Quadrado Médio Rz
Tratamentos	2	180,7000*	3822,70000*
Resíduo	87	5,4333*	97,3643*
Total	89		

\* - Significativo a 5% de significância

Pela comparação múltipla entre as médias (Tabela 5), observa-se que os tratamentos 2 e 3, velocidades de corte de 18,85 e 20,94 m·s<sup>-1</sup>, respectivamente, não diferiram entre si e apresentaram as melhores qualidades de superfície usinada, pois forneceram menores valores de rugosidades Ra e Rz.

**Tabela 5** – Valores médios dos parâmetros de rugosidade Ra e Rz obtidos nas madeiras de *Coffea arabica*.

**Table 5** – Average values of roughness parameters Ra and Rz obtained in the wood of *Coffea arabica*.

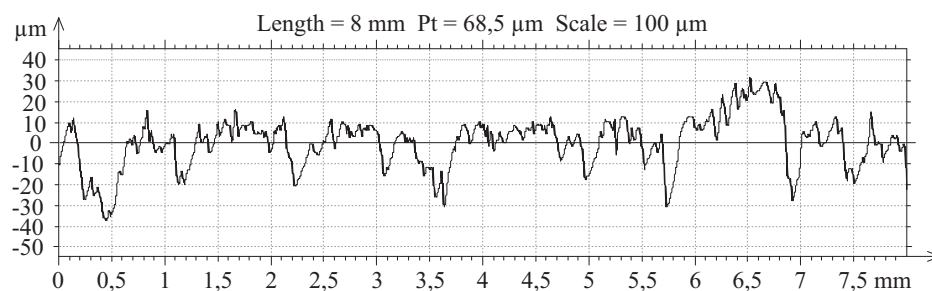
Tratamentos	Velocidade de corte (m·s <sup>-1</sup> )	Ra (µm)	Rz (µm)
3	20,94	2,4 a	15,2 a
2	18,85	2,5 a	14,5 a
1	12,57	6,7 b	34,2 b

Médias seguidas de, pelo menos, uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância.

Segundo Ferraresi (1970), em usinagem de metais, baixas velocidades de corte apresentam forte relação com o parâmetro Ra, pela formação da aresta postiça de corte, contudo para velocidades superiores a 1,66 m·s<sup>-1</sup> a rugosidade torna-se praticamente estável em relação a velocidade de corte. Em usinagem de madeiras, mantendo os parâmetros de corte constantes e aumentando a velocidade de corte, observou-se uma redução da rugosidade e, conseqüentemente, uma melhora no acabamento superficial. Contudo, a velocidade de corte aumentada excessivamente também causa o desgaste prematuro do gume de corte da ferramenta, diminuindo sua vida útil (BONDUELLE, 2001).

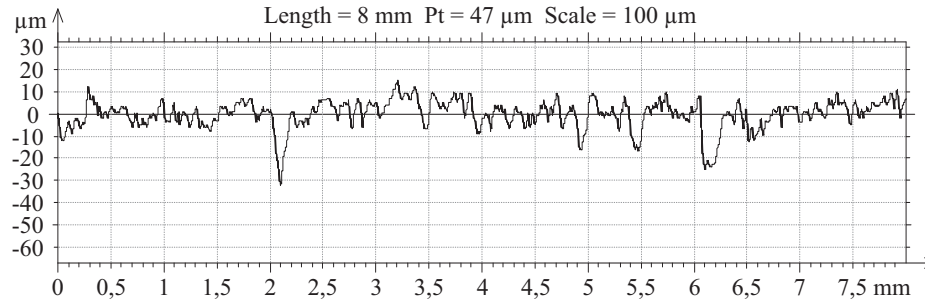
Segundo Diniz et al. (2000), o parâmetro de corte que possui maior influência sobre o parâmetro Ra é a velocidade de avanço. Mantendo-se os parâmetros de cortes constantes e reduzindo-se a velocidade de avanço o autor encontrou superfícies com menores valores de Ra. Os resultados obtidos por Braga (2008) e Silva et al. (2006) também verificaram que menores velocidades de avanço e maiores velocidades de corte proporcionam superfícies com menores valores de rugosidade e, conseqüentemente, de melhor qualidade. Contudo, esses autores ressaltam que altas velocidades de avanço associadas às baixas velocidades de corte podem acarretar raspagem, com escurecimento da superfície da madeira, devendo ser evitadas.

A análise do perfil de rugosidade obtido da madeira de *Coffea arabica* usinada a uma velocidade de corte de 12,57 m·s<sup>-1</sup> (Figura 6) indica que a superfície apresentou altos valores de depressões, de até -40 µm de profundidade e picos de até 30 µm de altura. Esses valores mostraram alta variação entre picos e vales, caracterizando uma superfície rugosa. Já, os perfis de rugosidade encontrados na madeira de *Coffea arabica* usinada em velocidades de corte de 18,85 e 20,94 m·s<sup>-1</sup> (Figuras 7 e 8, respectivamente) apresentaram



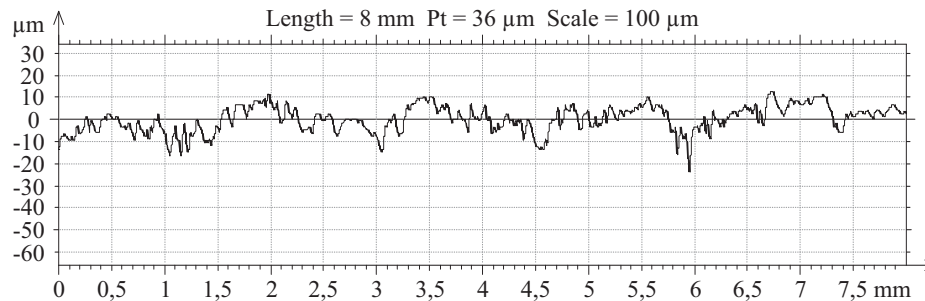
**Figura 6** – Perfil de rugosidade de amostras de *Coffea arabica* usinadas com velocidade de corte de 12,57 m·s<sup>-1</sup>.

**Figure 6** – Profile of roughness of *Coffea arabica* samples machined with cutting speed of 12.57 m·s<sup>-1</sup>.



**Figura 7** – Perfil de rugosidade de amostras de *Coffea arabica* usinadas com velocidade de corte de  $18,85 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

**Figure 7** – Profile of roughness of *Coffea arabica* samples machined with cutting speed of  $18.85 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .



**Figura 8** – Perfil de rugosidade de amostras de *Coffea arabica* usinadas com velocidade de corte de  $20,94 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

**Figure 8** – Profile of roughness of *Coffea arabica* samples machined with cutting speed of  $20.94 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

menores depressões -15 a -20  $\mu\text{m}$  de profundidade e picos de 10 a 15  $\mu\text{m}$ , mostrando menores variações entre picos e vales. Esses valores caracterizam essas superfícies como de menores rugosidades e, conseqüentemente, de melhores qualidades quando comparados com a velocidade de corte de  $12,57 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

#### 4 CONCLUSÕES

A operação de aplainamento apresentou o melhor ajuste de corte quando utilizou-se a velocidade de corte de  $18,85$  ou  $20,94 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  e velocidade de avanço de  $6 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ .

A qualidade da superfície usinada com as velocidades de corte de  $18,85$  e  $20,94 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  e velocidade de avanço de  $6 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$  foi considerada satisfatória com pequenos levantamentos de fibras, baixos valores de avanço por dente ( $f_z$ ) e rugosidade  $R_a$  e  $R_z$ .

A qualidade da superfície usinada com velocidade de corte de  $12,57 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  e velocidade de avanço de  $6 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$  foi considerada regular com pequeno a médio levantamento e arrancamento de fibras.

Os corpos-de-prova usinados com velocidade de corte de  $12,57 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  e velocidade de avanço de  $6 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$

apresentaram baixos valores de avanço por dente e maiores valores de rugosidade quando comparados com as outras duas velocidades de avanço.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Amparo à pesquisa do estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão de bolsas e financiamento do projeto.

#### 6 REFERÊNCIAS

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D 1666-87**: standard method for conducting machining tests of wood and wood base materials. Philadelphia, 1995. 245 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ. **História do café**. Disponível em: <<http://www.abic.com.br>>. Acesso em: 1 jun. 2009.
- BONDUELLE, A. Usinagem, qualidade e custo. **Revista da**

Madeira, Curitiba, n. 61, p. 82-86, nov. 2001.

BRAGA, P. P. C. **Análise da superfície usinada de madeiras por meio de rugosímetro de arraste**. 2008. 47 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

DINIZ, A. E.; MARCONDES, F. C.; COPPINI, N. L. **Tecnologia da usinagem dos materiais**. São Paulo: Artliber, 2000. 270 p.

FERRARESI, D. **Fundamentos da usinagem dos metais**. São Paulo: E. Blücher, 1970. 800 p.

GONÇALVES, M. T. T. **Processamento da madeira**. Bauru: USC, 2000. 242 p.

GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; SOUZA, C. A. S. **Cafeicultura**. Lavras: UFLA, 2002. 317 p.

KOCH, P. **Wood machining process**. New York: Ronald Company, 1964. 530 p.

MCKENZIE, W. M. Fundamental aspects of the wood cutting process. **Forest Products Journal**, Madison, v. 10, n. 9, p. 447-456, 1964.

PEREIRA, M. A. **Confecção de móveis com a madeira de *Coffea arabica* L.** 2008. 58 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. **Acabador de móveis**. Ubá: CFP/JAGS, 1995. 29 p.

SILVA, J. R. M. **Relações da usinabilidade e aderência do verniz com as propriedades fundamentais do *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden**. 2002. 179 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

SILVA, J. R. M.; LIMA, J. T.; BRAGA, P. P. C.; TRUGILHO, P. F. A utilização de rugosímetro na qualificação de superfícies usinadas em madeiras de *Eucalyptus* sp. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 10., 2006, São Pedro. **Anais...** São Pedro: EBRAMEN, 2006. 1 CD-ROM.

SILVA, J. R. M.; MARTINS, M.; OLIVEIRA, G. M. V.; BRAGA, P. P. C. Parâmetros de qualidade da usinagem para determinação dos diferentes usos da madeira de *Eucalyptus*. **Cerne**, Lavras, v. 15, n. 1, p. 75-83, 2009.

SILVA, J. R. M.; MORI, F. A.; RABELO, G. F.; BRAGA JÚNIOR, R. A. Interação da luz laser para a avaliação da textura de madeiras nativas e de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 2, p. 167-175, 2005.

SORAGI, L. C. **Qualidade de superfícies usinadas em madeira de *Toona ciliata* M. Roem.** 2009. 61 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

TAYLOR HOBSON. **Surtronic 3+ operating instructions**. Disponível em: <<http://www.taylorhobson.com.br/detalhes.asp?linha=1&categ=1>>. Acesso em: 25 out. 2010.

---

Recebido: 20 de julho de 2011; aceito: 10 de junho de 2013.

